

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takashi FUJIWARA

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HERewith

FOR: DATA TRANSFER SYSTEM

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. _____ Date Filed _____

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2003-151381

May 28, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and

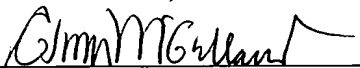
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 5月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-151381

[ST.10/C]:

[JP2003-151381]

出 願 人

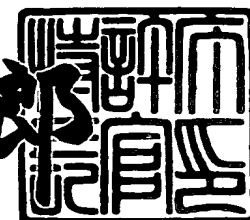
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046873

【書類名】 特許願

【整理番号】 ASB02Z009

【提出日】 平成15年 5月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/20

【発明の名称】 データ転送システム

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
 マイクロエレクトロニクスセンター内

 【氏名】 藤原 崇

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100083806

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 秀和

 【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068342

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100712

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 データ転送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データ転送システムにおいて、

データ転送要求を送信し、許可された場合には、データ転送を行う複数のリク
エスタと、

前記複数のリクエスタからデータ転送要求を受信し、前記受信したデータ転送
要求のアービトレーションを行って許可するデータ転送要求を決定し、転送指示
を所定のタイミングで送信する転送コントローラと、

前記転送指示を受信し、前記転送指示に基づいて許可されたリクエスタから
のデータを転送するネットワークと、

個々にデータの入出力部を有する複数のモジュールを有し、前記転送指示を受
信し、前記送信指示に基づいて前記ネットワークから転送データを受信するメモ
リと、

を有することを特徴とするデータ転送システム。

【請求項 2】 前記転送コントローラは、前記メモリのアービトレーション
を行った後に、前記ネットワークのアービトレーションを行うことを特徴とする
請求項 1 記載のデータ転送システム。

【請求項 3】 前記転送コントローラは、前記ネットワークのアービトレー
ションを行った後に、前記メモリのアービトレーションを行うことを特徴とする
請求項 1 記載のデータ転送システム。

【請求項 4】 前記転送コントローラは、前記ネットワークのアービトレー
ションと前記メモリのアービトレーションを並列に行うことを特徴とする請求項
1 記載のデータ転送システム。

【請求項 5】 前記ネットワークのデータ幅と前記メモリの入出力データ幅
が等しいことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ転送シ
ステム。

【請求項 6】 前記転送コントローラは、前記リクエスタからのデータ転送
要求が読み込み処理か書き込み処理かを判定して、この処理の種類によって転送指

示の送信を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ転送システム。

【請求項 7】 前記複数のモジュールは、記憶領域であるマクロを複数有し、これらマクロに分散してデータを記憶することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ転送システム。

【請求項 8】 前記転送コントローラは、2 以上のサイクルのメジャーサイクルを処理単位として転送制御を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ転送システム。

【請求項 9】 前記転送コントローラは、
前記複数のリクエストからのデータ転送要求を受け付けるリクエスト保持部と、
前記リクエスト保持部で保持されたデータ転送要求のアドレスをデコードするアドレスデコード部と、
前記デコードされたデータ転送要求について、前記メモリの各モジュール毎にアービトレーションを行うモジュールアービトレーション部と、
前記デコードされたデータ転送要求について、ネットワークを割り当てるためのアービトレーションを行うネットワークアービトレーション部と、
前記モジュールアービトレーション部及びネットワークアービトレーション部によって使用権を割り当てられたリクエストに係る転送指示を生成する転送指示生成部と、
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のデータ転送システム。

【請求項 10】 前記モジュールアービトレーション部は、デコードされたリクエストをメモリモジュール番号毎に保持するモジュールアービタを有することを特徴とする請求項 9 記載のデータ転送システム。

【請求項 11】 前記モジュールアービターは、前記リクエストの中から、現在最も早くアクセス可能なマクロを選びだすことを特徴とする請求項 10 記載のデータ転送システム。

【請求項 12】 前記モジュールアービターは、前記マクロの応答速度に基



づいて、その時点でアクセス可能なマクロへのデータ転送要求を選択することを特徴とする請求項 1 1 記載のデータ転送システム。

【請求項 1 3】 前記モジュールアービターは、前記リクエストのデータ転送の優先権情報を有し、前記選択されたデータ転送要求のうち、最も高い優先権に係るリクエストを決定することを特徴とする請求項 1 2 記載のデータ転送システム。

【請求項 1 4】 前記ネットワークアービトレーション部は、読み込み処理に係るサイクル及び書き込み処理に係るサイクルを考慮して決定されたメジャーサイクル毎に、前記ネットワークのバスの数に基づいてリクエストからの読み込み処理及び書き込み処理を割り当てることを特徴とする請求項 9 記載のデータ転送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ転送システムに関し、特に、複数のリクエストが共有するネットワークを介してメモリをアクセスする場合に用いられる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 1 は、第 1 の従来例に係るデータ転送システムを示すブロック図である。図示の如く、複数のリクエスト 1 0 2 a, 1 0 2 b, 1 0 2 c, 及び、1 0 2 d はネットワーク 1 0 1 に接続される。これらリクエストがネットワーク 1 0 1 を経由してメモリ 1 0 5 a, 1 0 5 b, 1 0 5 c, 及び、1 0 5 d へアクセスする場合、リクエストはまず、ネットワークアービター 1 0 3 にネットワーク 1 0 1 を使用するリクエスト信号を送る。ネットワークアービター 1 0 3 はリクエストからのリクエストを、ラウンドロビン等のアルゴリズムに基づいてネットワーク 1 0 1 を割り当てる。割り当てに成功したリクエストに対してはネットワーク 1 0 1 の使用許可を示す許可信号が返される。ネットワーク 1 0 1 の使用許可を得られたリクエストは、メモリコントローラ 1 0 4 a, 1 0 4 b, 1 0 4 c, 及び、1 0 4 d のうち、所定のメモリコントローラにコマンドと書き込み処理の場

合はデータを送る事が可能となる。その後、コマンドを受け取ったメモリコントローラはメモリを読み書きするための制御をし、データをメモリに書き込み、または読み出しを行う。

【0003】

図12は、第2の従来例に係るデータ転送システムを示すブロック図である。この従来例は、メモリコントローラ部分にバッファを持たない構成例である。このデータ転送システムでは、リクエスタ107a, 107b, 107c, 及び、107dが読み出したいコマンドをメモリコントローラ109a, 109b, 109c, 及び、109dのうち、所定のメモリコントローラに送る。コマンドを受け取ったメモリコントローラは、そのコマンドに従いメモリ110a, 110b, 110c, 及び、110dのうちコマンドを受け取ったメモリコントローラに係るメモリに対してデータを読み出す制御をする。ここで、メモリコントローラは、メモリの状態を把握しているので、データが読み出せるタイミングに合わせてネットワークが使用できるようにネットワークアービター108に転送の要求を行う。期待したとおりにネットワーク106の転送許可がおりればよいが、そうでない場合でもメモリからデータを読み出さないようにすれば、中間バッファは不必要である。つまり、メモリ自身が中間バッファの役目を果たしている。書き込みの場合も同様にリクエスタがメモリコントローラにコマンドを送り、メモリコントローラはメモリにWriteコマンドを入れる。実際にデータを書き込むのはその後なので、そのタイミングに合わせてネットワークアービター108に転送許可を求め、許可が得られたらメモリコントローラがリクエスタからデータを吸い出し、それをメモリへ書き込む。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記第1の従来例に係るデータ転送システムの問題点は、書き込み処理の場合メモリコントローラで実際にメモリへデータを書き込むタイミングまでデータをバッファでホールドしておく必要がある事である。また、読み込み処理の場合は、メモリコントローラがデータを読み出すまでネットワークを占有するという問題がある。このネットワークを占有する問題を解決するためにスプリットラン

ザクション法 (Split Transaction) という手法があるが、この場合は書き込み処理と同様にリクエストが再アクセスに来るまで読み込みデータをメモリコントローラ側でデータ保持する必要がある。画像処理やストリーム処理のような一度に大量のデータ（バースト転送）を行う場合、メモリコントローラ側でデータを保持する大容量のバッファが面積増加を招き問題となる。

【0005】

また、第2の従来例に係るデータ転送システムにおいては、バッファを取り除く事はできるが、この場合の問題点は、メモリからデータは読み出せる状態になっているにもかかわらず、ネットワークの転送許可がおりるまでは、そのメモリへはアクセスできないことである。メモリが複数のバンクを持っていた場合には、アクセス効率が悪くなる。また、書き込みの場合は、メモリにコマンドを入れてから実際にデータを書き込むまでの時間がネットワークのレイテンシよりも短い場合、例えば、ネットワークのレイテンシが非常に長い場合には、メモリはデータの書き込み準備が出来ているにもかかわらずデータがこない状態に陥る。この場合は、読み出しの場合と同様にそのメモリへはアクセスできないので、読み出しの場合と同じ問題が発生する。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、ネットワークリソースを有効に利用することを可能としたデータ転送システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本願発明の一態様によれば、データ転送システムにおいて、データ転送要求を送信し、許可された場合には、データ転送を行う複数のリクエストと、前記複数のリクエストからデータ転送要求を受信し、前記受信したデータ転送要求のアービトレーションを行って許可するデータ転送要求を決定し、転送指示を所定のタイミングで送信する転送コントローラと、前記転送指示を受信し、前記転送指示に基づいて許可されたリクエストからのデータを転送するネットワークと、個々にデータの入出力部を有する複数のモジュールを有し、前記転送指示を受信し、

前記送信指示に基づいて前記ネットワークから転送データを受信するメモリと、を有する。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明に係るデータ転送システムの実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明に係るデータ転送システムの実施形態を示すブロック図である。このデータ転送システムは、各種データ転送を実現するネットワーク201と、リクエスタ202a, 202b, 202c, 及び、202dと、複数のマクロ(0乃至n(nは1以上の整数))を有するメモリモジュール204a, 204b, 204c, 及び、204dと、を有する。

【0009】

ここで、ネットワーク201は、リクエスタ、転送コントローラ、及びメモリモジュールに接続され、リクエスタからの要求に応じて所定のメモリモジュールヘデータの転送を行う。ここで、このネットワーク201は、クロスバー方式(Cross Bar)または複合バス方式(Multiple Bus)を使用することができる。

【0010】

各リクエスタは、ネットワーク201及び転送コントローラ203に接続される。これらリクエスタはデータ転送の要求を転送コントローラ203に行い、許可をされた場合には、ネットワークを介して所定のメモリモジュールとデータ転送を行う。

【0011】

転送コントローラ203は、ネットワーク201、各リクエスタ、及び各メモリモジュールに接続され、各リクエスタからのデータ転送の要求を受け取り、所定のリクエスタにデータ転送の許可を行う。ネットワーク201のアービトレーションとマクロを考慮したメモリモジュールのアービトレーションを同時に行う。この例では、メモリモジュールには複数のマクロ(Macro)をもったメモリモジュールを使用する。

【0012】

メモリモジュールはネットワーク 2 0 1 及び転送コントローラ 2 0 3 に接続され、ネットワーク 2 0 1 を介して、所定のリクエスタとの間でデータ転送を行う。各メモリモジュールには複数の記憶領域が設けられ、それら記憶領域をマクロと呼ぶ。このメモリモジュールには、混載 DRAM (E m b e d d e d D R A M) と呼ばれる、IC 回路の中に埋め込まれた DRAM を用いることが出来る。

【 0 0 1 3 】

ここで、あるマクロへのアクセスした際のマクロの応答速度には所定サイクルを要するが（例えば、ランダム・サイクルタイム (t_{RC}) = 3 2 サイクル）であるが、1 つのメモリモジュールに複数のマクロを持ちインタリーブする事で、見かけのアクセスのためのサイクルを小さくする事ができる。例えばメモリモジュールのマクロ数が 4 ($N = 4$) の時、マクロのアクセスをうまく制御することで、見かけ上の t_{RC} を 8 サイクルにする事が可能である。

【 0 0 1 4 】

次に、本実施形態に係るデータ転送システムの動作について説明する。まず、転送コントローラ 2 0 3 は、所定のリクエスタからデータ転送要求を受けると、ネットワーク 2 0 1 の確保と、アクセスするメモリモジュールが有効利用されるようにマクロアクセスのアービトレーションを行い、マクロアクセス権の確保をする。その後、転送コントローラ 2 0 3 は、転送のタイミングに合わせてリクエスタに転送指示を出し、ネットワークにスイッチの切り替え情報を送り、メモリモジュールへコマンドを送る。ここで、メモリモジュールへのコマンドは、アクセスの種類 (R e a d / W r i t e) , 及びアドレス (マクロ番号, ロウ (R o w) 番号, カラム (C o l u m n) 番号) である。これにより、これまで必要であったデータを一時的に保持するバッファを少なくする事が出来る。ここで、ネットワーク 2 0 1 の 1 チャンネルのバンド幅とメモリモジュールのバンド幅のバランスが取れていなくても実施は可能であるが、ネットワーク 1 チャンネル幅とメモリモジュールのバンド幅が等しい場合には、バッファを取り除くことが出来る。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、メジャーサイクルを説明するための図面である。本実施形態に係るデ

ータ転送システムにおいては、転送処理を簡単化、処理のパイプライン化を容易にするためジャーサイクルと呼ばれるサイクルを単位として処理や指示を行う。図示の如く、本実施形態においては、通常の8サイクル分のクロックを1メジャーサイクルと定義した。このように、メジャーサイクル単位で処理を行う事により、転送コントローラの手数制約が緩くなり設計が容易になる。また、転送もメジャーサイクルを転送単位とする事で、転送コントローラの手数と実際の転送をパイプライン化する事が可能となる。例えば、図2の例ではバーストサイズは最大8で、バーストサイズが8以下の場合も転送に8サイクル消費する。

【0016】

図3は、メジャーサイクルを用いて転送処理のパイプライン化を説明するための図面である。本実施形態で用いられるメモリモジュールは、読み込み命令（Read コマンド）を入れてから最初の読み込みデータが出てくるまで16サイクルかかる（ $t_{RD}=16$ サイクル）ものとする。また、書き込み処理の場合は、書き込み命令（Write コマンド）を入れてから実際に書き込みデータを入れるまで12サイクル必要である（ $t_{WR}=12$ サイクル）ものとする。すなわち、図3において、転送コントローラによる手数とにより命令0が読み込み命令の場合には、2メジャーサイクル後に当該命令に関して転送を許可するようにする。一方、命令0が書き込み命令の場合には、1メジャーサイクル後に当該命令に関して転送を許可するようにする。このようにして、パイプライン化することにより、ネットワークを効率的に使用することができるのである。

【0017】

図4は、本実施形態に係るデータ転送システムにおける各部の処理を説明するためのタイミングチャートである。ここで、 t_{TND} はネットワークの入口までの遅延を示し、 t_{FND} はネットワークの入口からの遅延を示し、 t_{RD} はコマンドを入れてから読み込みデータが出てくるまでの時間を示し、 t_{WR} はコマンドを入れてから書き込みデータが出てくるまでの時間を示す。転送コントローラは、メジャーサイクル0でリクエストからデータ転送要求を受け付ける。次のメジャーサイクル1でネットワークとメモリモジュールの手数とを行って

る。ネットワークとメモリモジュールのリソースが確保できた場合、以下のタイミングで各リソースに指示を出す。

【0018】

まず、メモリモジュールからのリクエストへの読み込み処理について説明する。まず、転送コントローラはメジャーサイクル0にてデータ転送要求の受付を行う。このメジャーサイクル0の中でデータ転送要求があった場合には、転送コントローラは、メジャーサイクル1にてアービトレーションを行い、メジャーサイクル1の終わりでメモリモジュールに対して読み指示を行う（メジャーサイクル1のdの位置）。ここで、メモリモジュールの読み出しには2メジャーサイクル（ $t_{RD}=16$ サイクル）掛かるので、メジャーサイクル4で読み込みデータがメモリモジュールから出てくる。従って、そのデータがネットワークまでに届く遅延を考慮し（ t_{TND} ：ここでは2サイクル）、メジャーサイクル4の2サイクル目でネットワークに指示を行う（メジャーサイクル4の2サイクル目のdの位置）。ネットワーク出口からのデータがリクエストまで届く遅延（ $t_{FND}=2$ サイクル）を考慮し、4メジャーサイクル+4サイクルでリクエストにデータ受信の指示を行う（メジャーサイクル4の4サイクル目のdの位置）。

【0019】

次に、リクエストからメモリモジュールへの書き込み処理について説明する。まず、転送コントローラはメジャーサイクル0にてデータ転送要求の受付を行う。このメジャーサイクル0の中でデータ転送要求があった場合には、転送コントローラは、メジャーサイクル1にてアービトレーションを行い、メジャーサイクル1の終わりでメモリモジュールに対して読み指示を行う（メジャーサイクル1のdの位置）。ここで、メモリモジュールの書き込みには1メジャーサイクル（ $t_{RD}=8$ サイクル）掛かるので、メジャーサイクル3で読み込みデータがメモリモジュールから出てくる。従って、そのデータをメモリモジュールに入れるサイクルを考慮して、リクエストにメジャーサイクル2の終わりで転送指示を行う（メジャーサイクル2のdの位置）。そのデータがネットワークまでに届く遅延を考慮し（ t_{TND} ：ここでは2サイクル）、メジャーサイクル3の2サイクル目でネットワークにスイッチ情報を行う（メジャーサイクル3の2サイクル目のd

の位置)。メモリモジュールは、届いたデータをメジャーサイクル3の4サイクル目で転送されたデータを受信し、メモリモジュールに書き込む。

【0020】

図5は、本実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。この転送コントローラ203は、リクエスタ202からのデータ転送要求を受け付けるリクエスト保持部211と、リクエスト保持部で保持されたデータ転送要求のアドレスをデコードするアドレスデコード部212と、デコードされたデータ転送要求を各モジュール毎にアービトレーションを行うモジュールアービトレーション部213と、データ転送要求にネットワークを割り当てるためのアービトレーションを行うネットワークアービトレーション部214と、このネットワークアービトレーションによって使用権を割り当てられたデータ転送要求に係る転送指示を生成しする転送指示生成部215と、を有する。

【0021】

次に、この転送コントローラの動作について説明する。まず、リクエスト保持部211は、リクエスタからデータ転送要求を受け付け、そのデータ転送要求をリクエストキューに保持する。ここで、データ転送要求には、そのデータ転送要求が書き込み命令であるか、又は、読み込み命令であるか、の命令の種類と、処理の目的のアドレス（ターゲットアドレス）に関する情報が含まれる。次に、アドレスデコード部212は、ターゲットアドレスをデコードし、リクエストに係る情報からメモリモジュールの番号とマクロ番号を取り出す。次に、モジュールアービトレーション部は、デコードされたデータ転送要求をメモリモジュール番号毎に保持するモジュールアービターを有する。このモジュールアービターはそのメモリモジュールが有するモジュールの個数に対応して設けられる。そして、送られて来たデータ転送要求の中から、現在最も早くアクセス可能なマクロを選び出す。そのマクロをアクセスするデータ転送要求をラウンドロビン等のアルゴリズムを用いて、1つを選択する。選択されたデータ転送要求は、ネットワークアービトレーション部214に送られる。次に、ネットワークアービトレーション部214は、ネットワークが複合バスの場合、モジュールアービターから送られて来たデータ転送要求がバスの本数以上であった場合、ここで再度アービ

トレーションを行い、所定のデータ転送要求に対してバスを割り当てる。メモリモジュールのアクセス、ネットワークの使用権を割り当てられたデータ転送要求は、転送指示生成部 215 (Transfer Directive Generator) で、図4に示したタイミングに指示が届くようなタイミングでデータ転送を取るような指示をリクエスタ、ネットワーク、及びメモリモジュールへ送る。

【0022】

図6は、本実施形態のモジュールアービターアービトレーション例を説明するための図面であり、(a)は、リクエスタから投入されたデータ転送要求の図表であり、(b)は、モジュールアービターアービトレーションの処理を説明するための図面である。モジュールアービターアービトレーション部213に各モジュールに対応して設けられ、メモリモジュールを有効に利用するためにtRCを意識してアービトレーションを行う。このモジュールアービターアービトレーションは、そのモジュール内のマクロの中でアクセス可能なマクロを選択し、選択されたマクロへのデータ転送に係るデータ転送要求を行ったリクエスタであって、優先権の最も高いリクエスタを選択し、その後、各種の情報の更新を行う。

【0023】

図6(a)の例では、reqid=0のリクエスタはマクロ番号3への転送処理、reqid=1のリクエスタはマクロ番号0への転送処理、reqid=2のリクエスタはマクロ番号1への転送処理、reqid=3のリクエスタはマクロ番号0への転送処理、reqid=4のリクエスタはマクロ番号2への転送処理、また、reqid=5のリクエスタはマクロ番号3への転送処理であるものとする。

【0024】

また、各モジュールアービターアービトレーション部が保持している情報は、各マクロ毎に以前アクセス権を割り当てた時刻と最も優先順位の高いリクエストId (ReqStartId) である。図6(b)の例では、マクロ0はその時刻Nから16サイクル前にアクセスされたものであり、マクロ1はその時刻Nから48サイクル前にアクセスされたものであり、マクロ2はその時刻Nから24サイクル前にアクセ

スされたものであり、マクロ3はその時刻Nから32サイクル前にアクセスされたものであるものとする。また、最も優先順位の高いリクエストは3 ($ReqStartId=3$) であるものとする。

【0025】

ここで、 $tRC=32$ サイクルとすると、現在アクセス可能なマクロは、マクロ1とマクロ3である。モジュールアービターに投入されたデータ転送要求から、マクロ1とマクロ3へのアクセスを要求しているものは、図6(a)から $reqid=0, 2, 5$ である事がわかる。また、図6(b)から $ReqStartId$ が示している $Id=3$ であるため、 $Id=3$ のリクエストの優先順位が最も高く、続いて、 $Id=4$ のリクエスト、 $Id=5$ のリクエスト、 $Id=6$ のリクエスト、 $\dots Id=0$ のリクエスト、 $Id=1$ のリクエスト、 $Id=2$ のリクエスト、の順番で優先順位がつけられている。そのため、本実施形態においては、このメモリモジュールにアクセスできるリクエストは、 $reqid=5$ のリクエストである。次に、 $reqid=5$ のリクエストがアクセスするマクロ3の直前割り当て時刻を $N-32$ サイクルからNに更新し、 $ReqStartId$ を更新する。 $ReqStartId$ を更新は、優先権が最も高いリクエストがメモリアクセスを許可された場合にのみインクリメントするようにしてもよい。例えば、優先権が最も高いリクエストが4 ($ReqStartId=4$) の場合、その $Id=4$ のリクエストのアクセスが許可された場合にのみ $ReqStartId=4$ をインクリメントして5にするようにしてもよい。これらのデータの更新は、ネットワークのアクセスを得てスケジューリングが完了した際に更新される。

【0026】

図7は、本実施形態のネットワークアービターのアービトレーション例を説明するための図面であり、(a)は、リクエストから投入されたデータ転送要求の図表であり、(b)は、ネットワークアービターの処理を説明するための図面である。ここでは、ネットワークが複合バス式 (Multiple Bus) の場合のネットワークアービターの例を示す。この例ではバスの数は4とする。ネットワークアービターには、各モジュールアービターにてメモリアクセ

ス権を得たデータ転送要求が送られてくる。これらメモリアクセス権を得たデータ転送要求は図 7 (a) に示した通り、`reqid=0`のリクエストは書き込みアクセス要求、`reqid=1`のリクエストは書き込みアクセス要求、`reqid=2`のリクエストは読み込みアクセス要求、`reqid=4`のリクエストは書き込みアクセス要求、`reqid=5`のリクエストは書き込みアクセス要求、`reqid=7`のリクエストは読み込みアクセス要求、`reqid=8`のリクエストは読み込みアクセス要求、また、`reqid=9`のリクエストは書き込みアクセス要求であるものとする。

【0027】

ネットワークの使用するタイミングは、前述の如く読み込み処理の場合と書き込み処理の場合で異なっており、本実施形態においては、書き込み処理の場合は 2 メジャーサイクル先、読み込み処理の場合は 3 メジャーサイクル先実際に使用される。そのため、ネットワークアービターは、2 メジャーサイクル先と 3 メジャーサイクル先のバスの空き状況を把握しておく必要がある。この例では、現在 2 メジャー先の空きバス数は 2 である。この状況はすでに 1 メジャーサイクル前の `Read` 要求がバスを 2 本使用する予約が入っている。

【0028】

また、ネットワークアービターは、読み込み要求と書き込み要求用にモジュールアービターと同様にそれぞれ優先順位をつけるための識別子 `ReadReqStartId` 及び `WriteReqStartId` を保持している。本実施形態では、読み込み要求と書き込み要求は交互にネットワーク割り当てが行われる。まず読み込み要求を 1 つネットワークに割り当てる。`ReadReqStartId` が 1 なので、もっとも優先順位が高い読み込み要求 (`Reqid=2`) を 3 メジャーサイクル先のネットワークに割り当て、3 メジャーサイクル先のバスの空き数をデクリメントして 3 にする。次に書き込み要求を割り当てる。`WriteReqStartId=2` なので、もっとも優先順位の高い書き込み要求は `Reqid=4` となり、それを 2 メジャーサイクル先のバスに割り当て、バス空き数をデクリメントして 1 にする。バスの割り当てはメジャーサイクル毎に行われる。このように読み込み要求、書き込み要求を交互に割り当て、バスの空き数が 0 にな

るかデータ転送要求がなくなるまで行い、最後に各StartIdをインクリメントしておく。ここで、書き込み処理は2メジャーサイクル先、読み込み処理は3メジャーサイクル先に割り当てられるため、読み込み処理が進捗しないおそれもある。そこで、WriteReqStartIdが0になった場合には、読み込み要求を3メジャーサイクル先のバスの使用を割り当てるようにしても良い。

【0029】

図8は、第2の実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。この転送コントローラは、リクエスタ202からのデータ転送要求を受け付けるリクエスト保持部211と、リクエスト保持部で保持されたデータ転送要求のアドレスをデコードするアドレスデコード部212と、データ転送要求にネットワークを割り当てるためのアービトレーションを行うネットワークアービトレーション部214と、ネットワークアービトレーション部214にて選択されたデータ転送要求を各モジュール毎にアービトレーションを行うモジュールアービトレーション部213と、このネットワークアービトレーションによって使用権を割り当てられたデータ転送要求に係る転送指示を生成する転送指示生成部215と、を有する。

【0030】

本実施形態においては、まずネットワークのアービトレーションを行い、ネットワークの割り当てが出来たデータ転送要求でメモリモジュールアービトレーションをさらに行っている。その他は、図7と同様である。

【0031】

図9は、第3の実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。この転送コントローラは、リクエスタ202からのデータ転送要求のアドレスをデコードするアドレスデコード部216と、デコードされたデータ転送要求を各モジュール毎に保持するリクエスト保持部217と、リクエスト保持部217に保持されたデータ転送要求を各モジュール毎にアービトレーションを行うモジュールアービトレーション部213と、データ転送要求にネットワークを割り当てるためのアービトレーションを行うネットワークアービトレーション部214と、このネットワークアービトレーションによって使用権を割り当てら

れたデータ転送要求に係る転送指示を生成しする転送指示生成部 2 1 5 と、を有する。

【 0 0 3 2 】

本実施形態においては、アドレスデコード部 2 1 6 は、リクエスタからのデータ転送要求を受け付けると共に、そのデータ転送要求のデコードを行う。リクエスト保持部 2 1 7 は、リクエストキューを各モジュール毎に有し、デコードされたデータ転送要求を各モジュール毎に保持する。モジュールアービトレーション部 2 1 3 は、リクエスト保持部 2 1 7 のリクエストキューに保持された命令を入力して、各モジュール毎にアービトレーションを行う。続いて、ネットワークアービトレーション部 2 1 4 にてネットワークのアービトレーションを行い、転送指示生成部 2 1 5 にて転送指示を生成してメモリモジュール、リクエスタ、及び、ネットワークに転送指示を送信する。

【 0 0 3 3 】

ここで、第 3 の実施形態に係るデータ転送システムにおける各部の処理を説明するためのタイミングチャートはほぼ図 3 を用いることができるが、転送コントローラは、メジャーサイクル 0 でリクエスタからデータ転送要求を受け付ける際には、デコードの時間を考慮して、メジャーサイクル 0 が終了する 2, 3 サイクル前までにデータ転送要求の受付を終了させることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 1 0 は、この転送コントローラは、リクエスタ 2 0 2 からのデータ転送要求のアドレスをデコードするアドレスデコード部 2 1 6 と、デコードされたデータ転送要求を各モジュール毎に保持するリクエスト保持部 2 1 7 と、リクエスト保持部 2 1 7 に保持されたデータ転送要求を各モジュール毎にアービトレーションを行うモジュールアービトレーション部 2 1 3 と、デコードされたデータ転送要求にネットワークを割り当てるためのアービトレーションを行うネットワークアービトレーション部 2 1 4 と、モジュールアービトレーション部 2 1 3 及びネットワークアービトレーションによって使用権を割り当てられたデータ転送要求に係る転送指示を生成しする転送指示生成部 2 1 5 と、を有する。

【 0 0 3 5 】



本実施形態においては、アドレスデコード部 216 は、リクエスタからのデータ転送要求を受け付けると共に、そのデータ転送要求のデコードを行う。リクエスト保持部 217 及びネットワークアービトレーション部 214 は、デコードされたデータ転送要求を受け取る。ネットワークのアービトレーションリクエスト保持部 217 は、リクエストキューを各モジュール毎に有し、デコードされたデータ転送要求を各モジュール毎に保持する。モジュールアービトレーション部 213 は、リクエスト保持部 217 のリクエストキューに保持された命令を入力して、各モジュール毎にアービトレーションを行う。デコードされたデータ転送要求について、ネットワークアービトレーション部 214 にてネットワークのアービトレーションを行う。モジュールアービトレーション部 213 にて選択されたデータ転送要求であって、ネットワークアービトレーション部 214 にて選択されたデータ転送要求に対して転送指示生成部 215 にて転送指示を生成してメモリモジュール、リクエスタ、及び、ネットワークに転送指示を送信する。このように、モジュールアービトレーション部 213 の処理とネットワークアービトレーション部 214 の処理を並行して行うことにより、処理時間の短縮化を図ることが出来る。

【0036】

以上のように、本実施形態に係るデータ転送システムにおいては、ネットワークのアービトレーションとメモリモジュールのマクロの制御も考慮したメモリモジュールのアービトレーションを同時に行う事により、サイクルレベルでのスケジューリングを可能にし中間に必要な大量のバッファを少なくする、または取り除くことが出来る。また、メモリモジュールのアクセスタイミングにあわせたネットワークアービトレーションを行う事により、従来のようにネットワークを占有しつづけることがなくなり、ネットワークリソースを有効に利用できる。

【0037】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ネットワークリソースを有効に利用することを可能としたデータ転送システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係るデータ転送システムの実施形態を示すブロック図である。

【図 2】

メジャーサイクルを説明するための図面である

【図 3】

メジャーサイクルを用いて転送処理のパイプライン化を説明するための図面である。

【図 4】

本実施形態に係るデータ転送システムにおける各部の処理を説明するためのタイミングチャートである。

【図 5】

本実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。

【図 6】

本実施形態のマクロアービターのアービトレーション例を説明するための図面であり、(a)は、リクエスタから投入されたデータ転送要求の図表であり、(b)は、モジュールアービターの処理を説明するための図面である。

【図 7】

本実施形態のネットワークアービターのアービトレーション例を説明するための図面であり、(a)は、リクエスタから投入されたデータ転送要求の図表であり、(b)は、ネットワークアービターの処理を説明するための図面である。

【図 8】

第 2 の実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。

【図 9】

第 3 の実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。

【図 10】

第 4 の実施形態の転送コントローラの詳細を説明するためのブロック図である。

【図 11】

第1の従来例に係るデータ転送システムを示すブロック図である。

【図 12】

第2の従来例に係るデータ転送システムを示すブロック図である。

【符号の説明】

101, 106, 201 ネットワーク

102a, 102b, 102c, 102d, 107a, 107b, 107c, 107d, 202a, 202b, 202c, 202d リクエスタ

103, 108 ネットワークアービター

104a, 104b, 104c, 104d, 109a, 109b, 109c, 109d メモリコントローラ

105a, 105b, 105c, 105d, 110a, 110b, 110c, 110d メモリモジュール

203 転送コントローラ

204a, 204b, 204c, 204d モジュール

211, 217 リクエスト保持部

212 アドレスデコード部

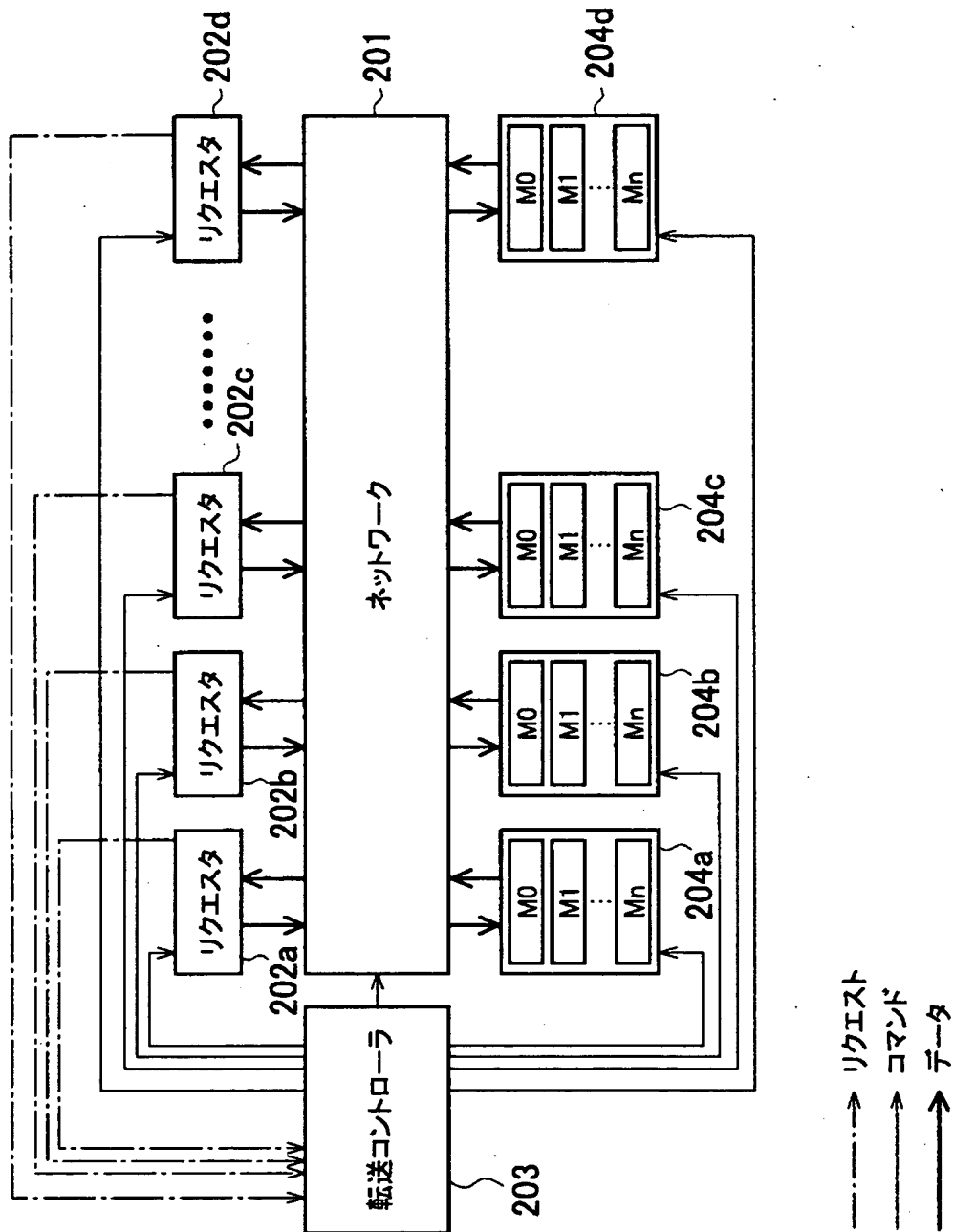
213, 216 モジュールアービトレーション部

214 ネットワークアービトレーション部

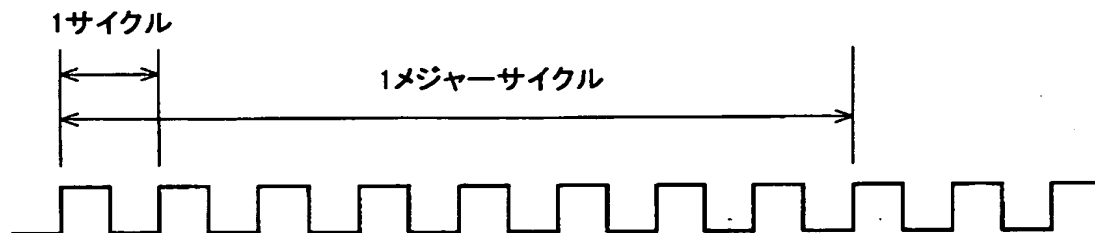
215 転送指示部

【書類名】 図面

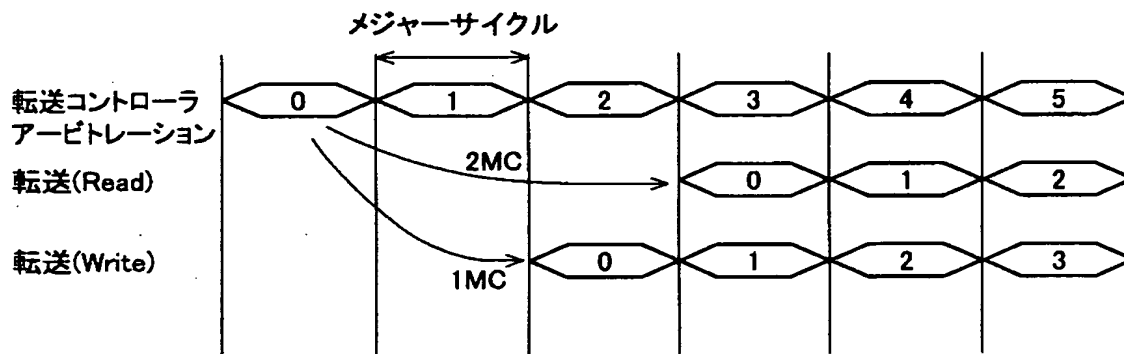
【図 1】



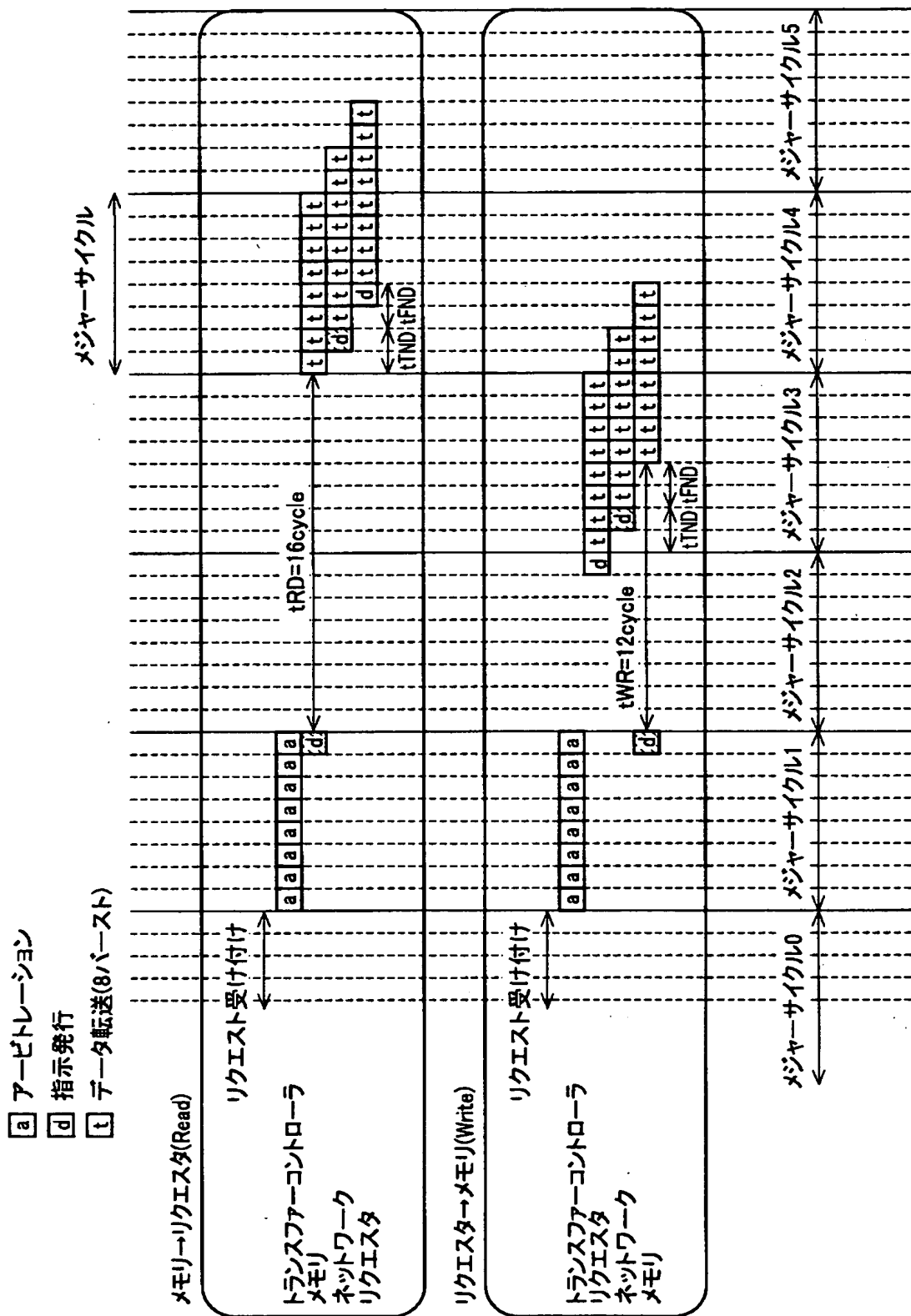
【図 2】



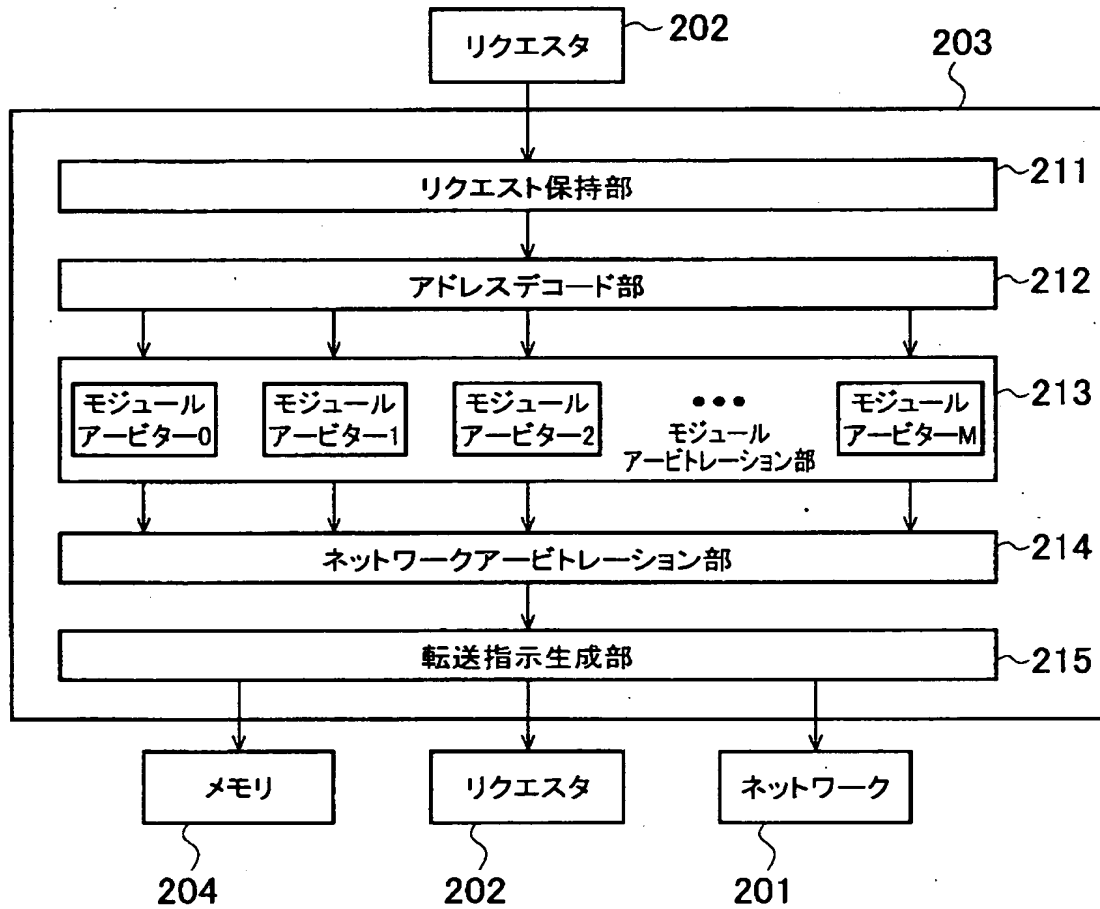
【図 3】



【図 4】



【図 5】

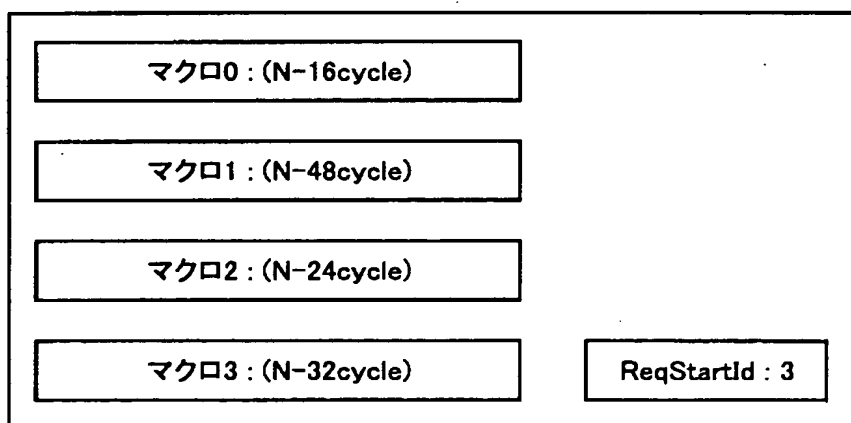


【図 6】

(a)

reqid	マクロ番号
0	3
1	0
2	1
3	0
4	2
5	3

(b)

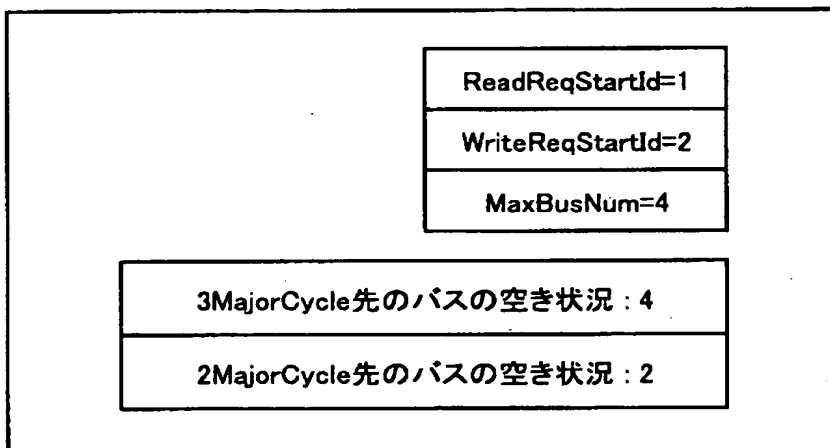


【図 7】

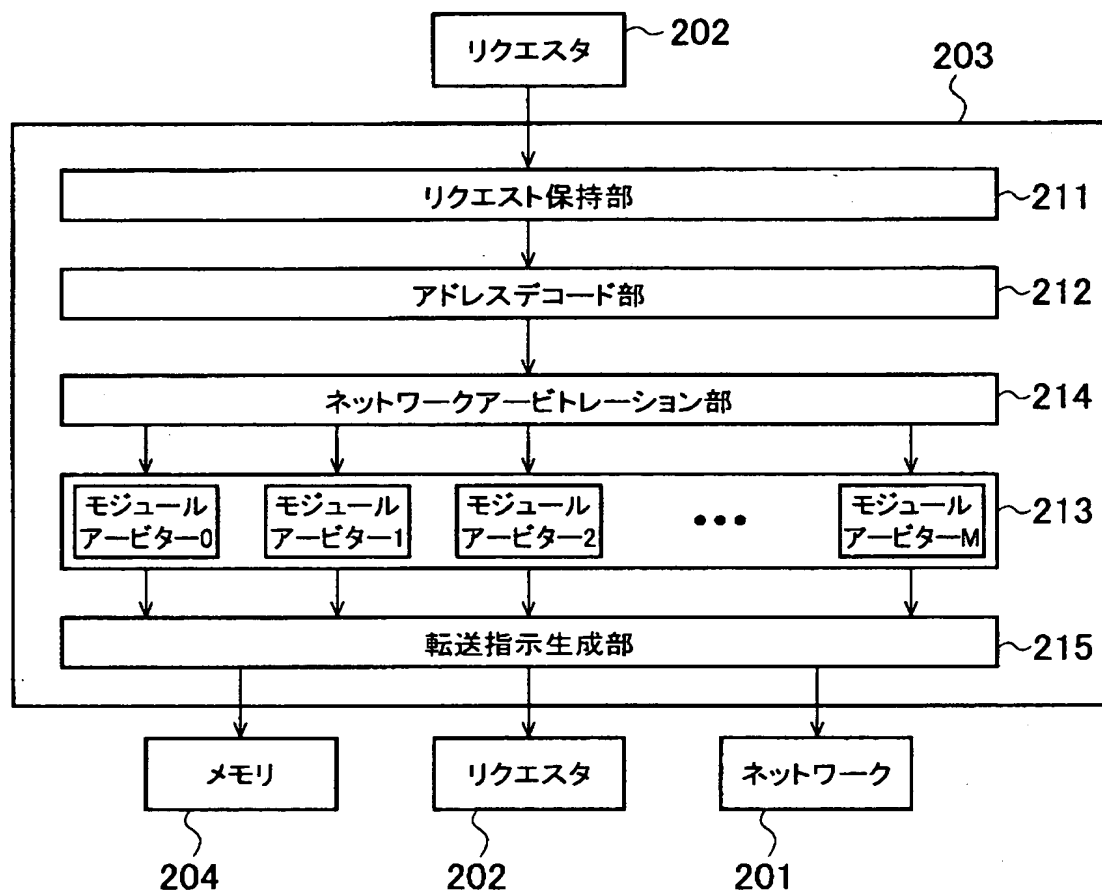
(a)

reqid	Read/Write
1	Write
2	Read
4	Write
5	Write
7	Read
8	Read
9	Write

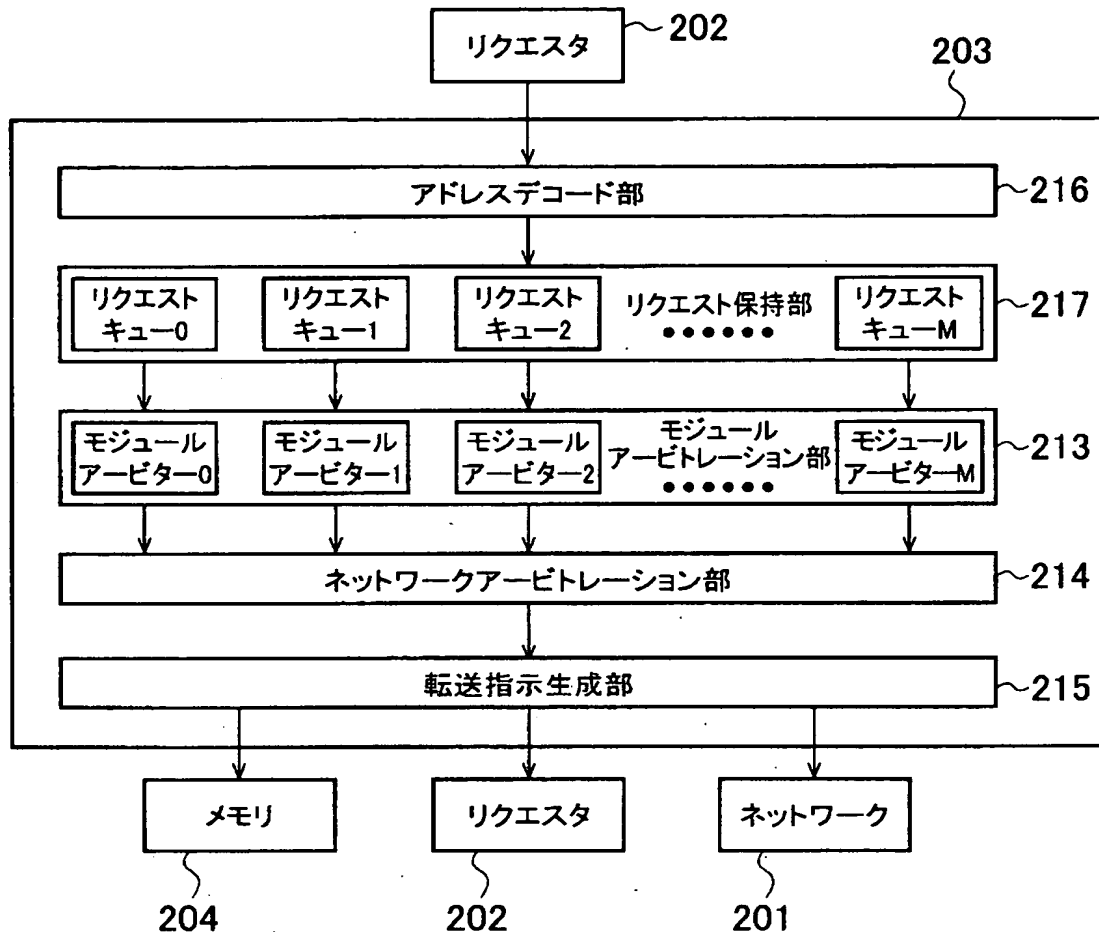
(b)



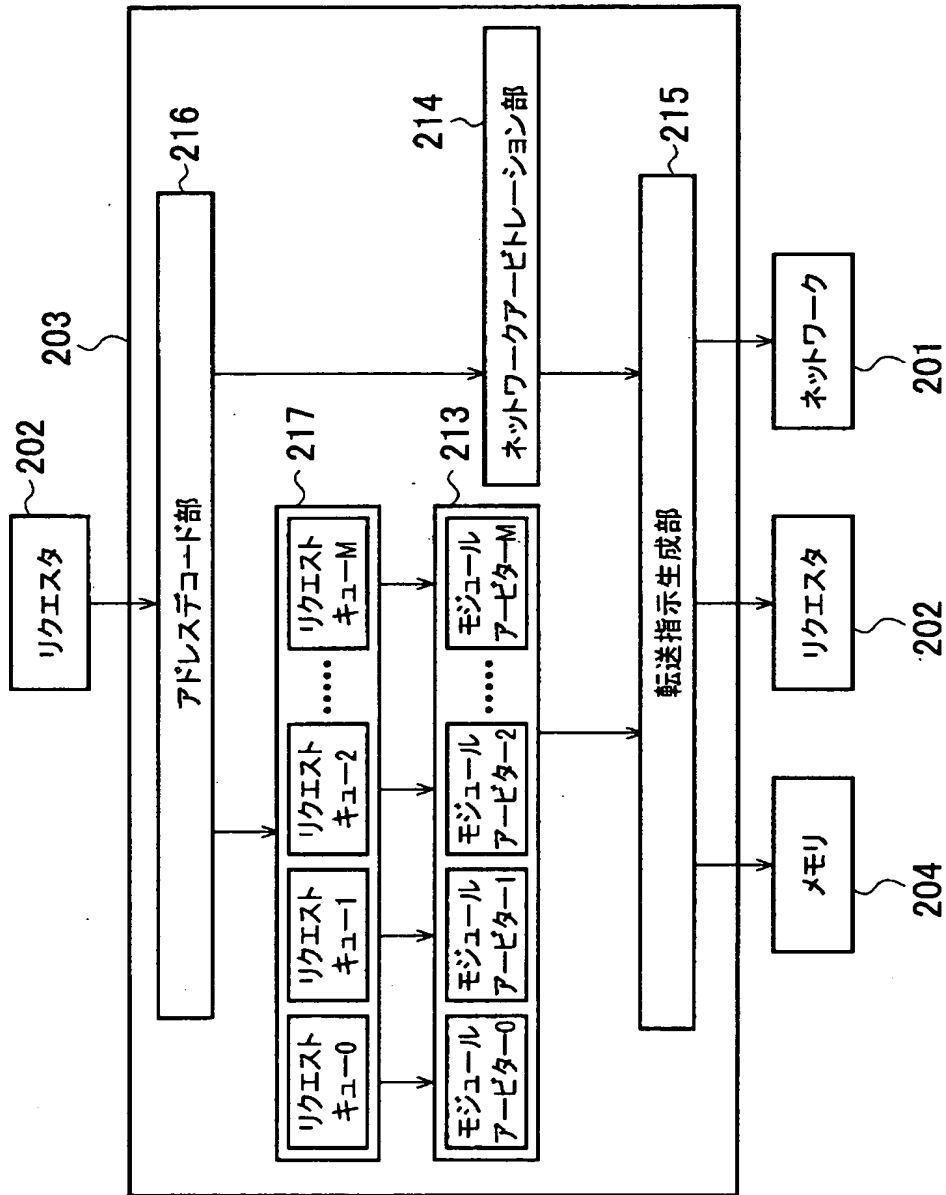
【図 8】



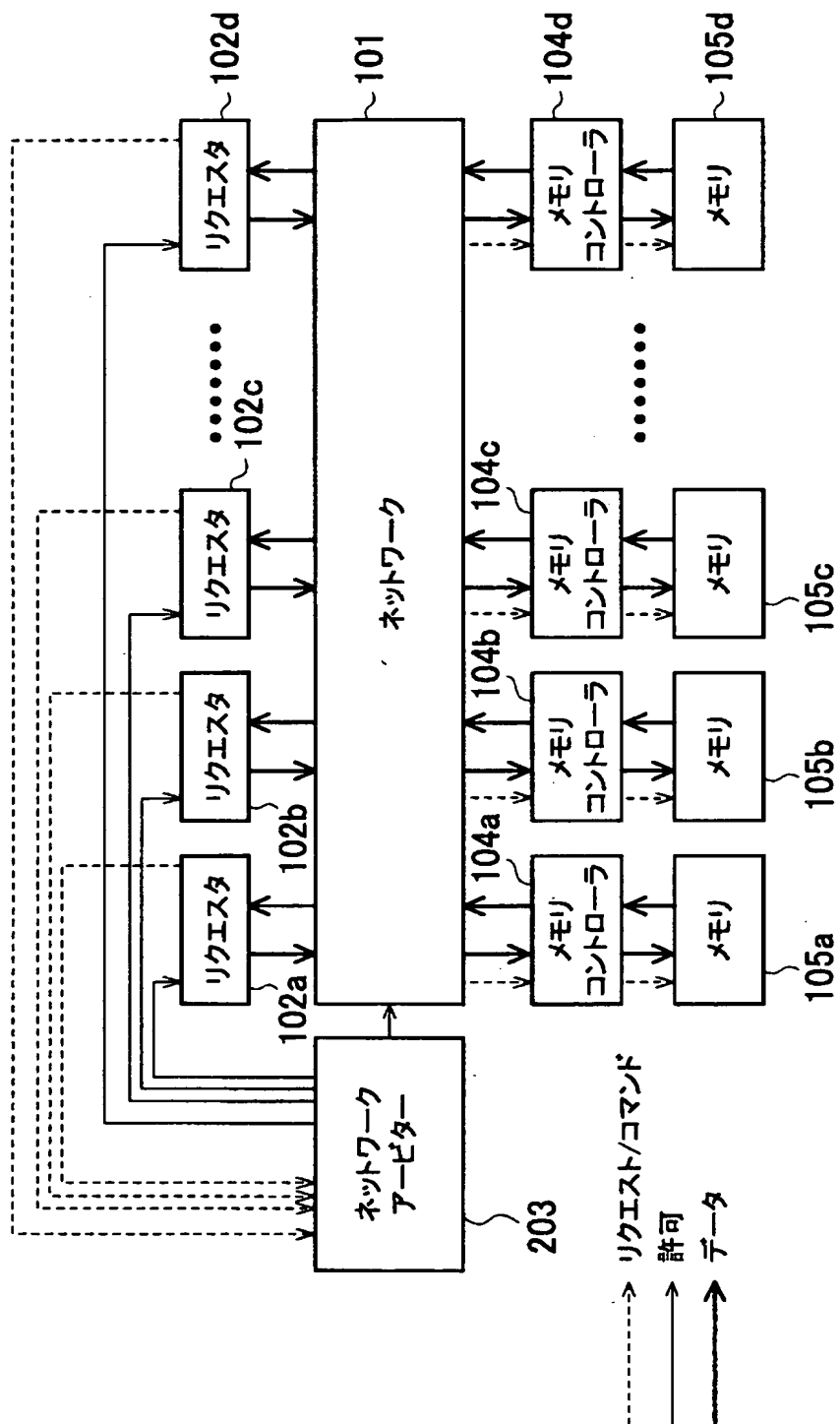
【図 9】



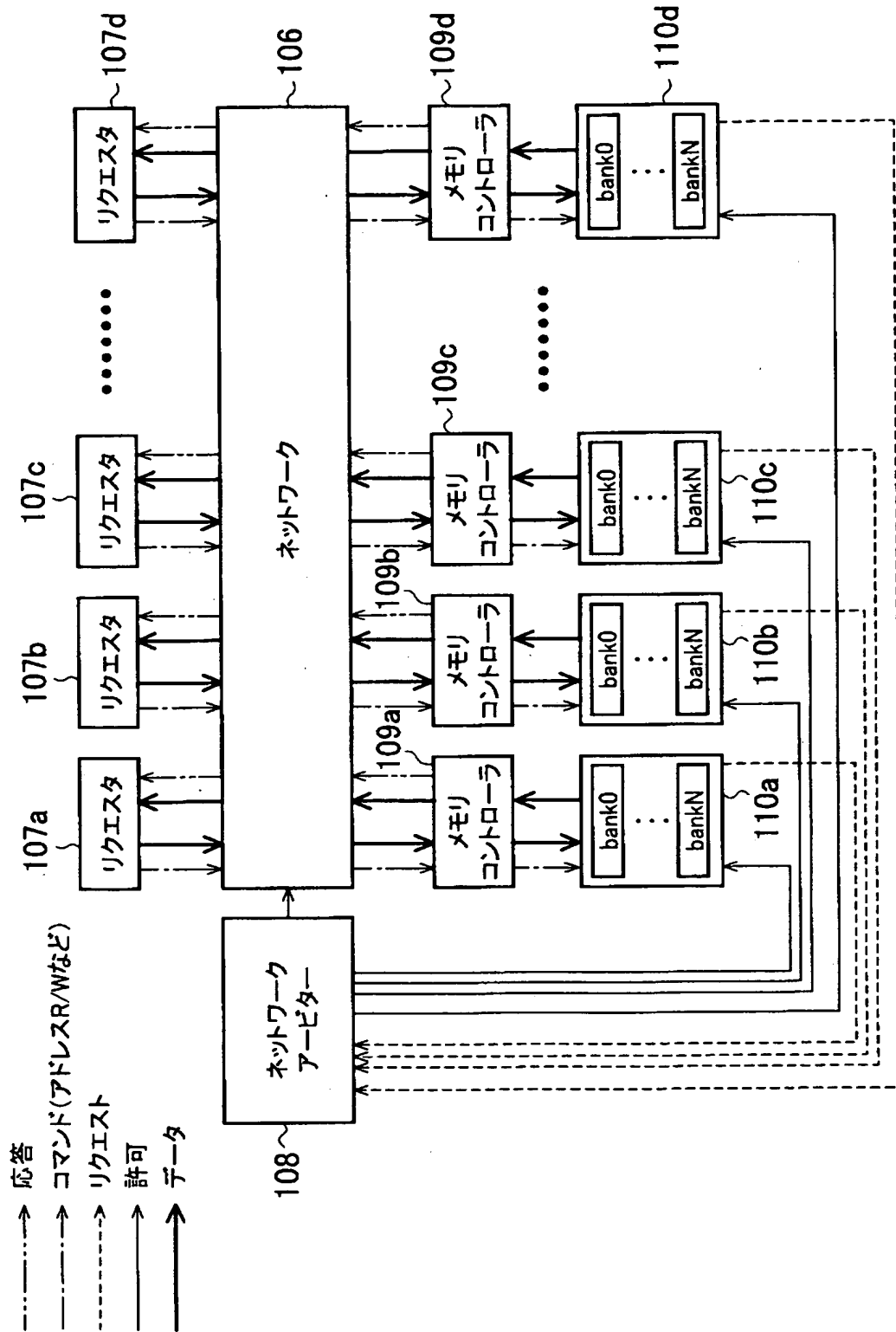
【図10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ネットワークリソースを有効に利用することである。

【解決手段】 データ転送システムにおいて、データ転送要求を送信し、許可された場合には、データ転送を行う複数のリクエスタ 2 0 1 a と、複数のリクエスタからデータ転送要求を受信し、受信したデータ転送要求のアービトレーションを行って許可するデータ転送要求を決定し、転送指示を所定のタイミングで送信する転送コントローラ 2 0 3 と転送指示を受信し、転送指示に基づいて許可されたリクエスタからのデータを転送するネットワーク 2 0 1 と、個々にデータの出力部を有する複数のモジュールを有し、転送指示を受信し、送信指示に基づいてネットワークから転送データを受信するメモリ 2 0 4 a と、を有するようにしてある。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2003年 5月 9日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝